

2. СО 153-34.17.462-2003. Инструкция о порядке оценки работоспособности рабочих лопаток паровых турбин в процессе изготовления, эксплуатации и ремонта. М. : Министерство энергетики Российской Федерации, 2004. 54 с.

3. Татаринова Н. В. Математическое моделирование теплофикационных турбоустановок для решения задач повышения энергетической эффективности работы ТЭЦ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.04.12. Екатеринбург, 2014. 24 с.

4. Татаринова Н. В. Математическое моделирование влияния эксплуатационных факторов на уровень влажности пара в ЧНД теплофикационных турбин / Н. В. Татаринова, Д. М. Суворов // Надежность и безопасность энергетики. 2015. № 4 (31). С. 53-56.

УДК 683.946

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ КОНВЕЙЕРНОЙ ПЕЧИ

THERMOPHYSICAL BASES RATIONAL DESIGN OF HORIZONTAL CONVEYOR OVEN

Зельманчук К. А., Матюхина А. В., Матюхин В. И.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
kirillzelmanchuk@gmail.com

Zelmanchuk K. A., Matyuhina A. V., Matyuhin V. I.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе изложены теплофизические основы рационального проектирования горизонтальной конвейерной печи, описаны конструктивные особенности, габаритные параметры тепловых камер, также представлены краткие выводы.

Abstract: This paper presents the thermal basis for the rational design of the horizontal conveyor oven and the design features, the overall parameters of thermal cameras, also presented a brief conclusion.

Ключевые слова: конвейерная печь; схема газопотоков; газопотоки; газ; топка.

Key words: conveyor oven; gas flows circuit; gas flows; gas furnace.

Для обеспечения высокой интенсивности нагрева отдельных образцов и изделий при заданных тепловых условиях широко применяются горизонтальные конвейерные печи [1, 2]. Они позволяют относительно просто обеспечивать

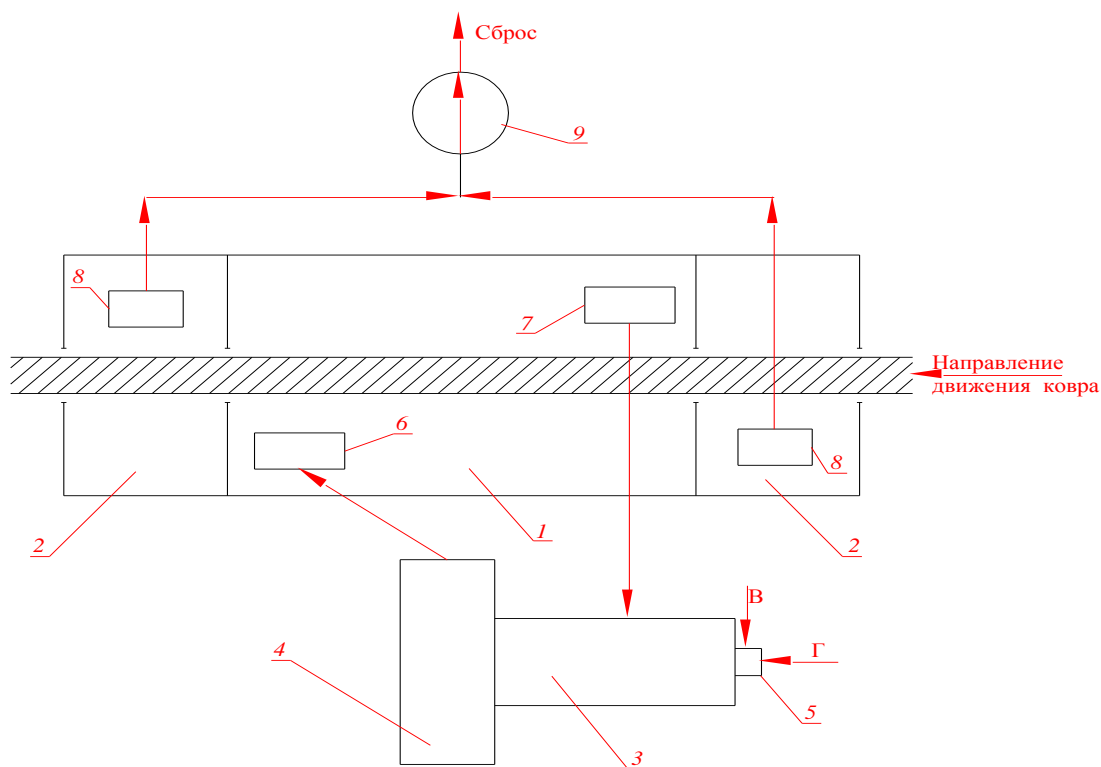
требуемые температурно-временные условия нагрева исходных материалов в газовой атмосфере заданного состава при рациональном использовании внешних энергоносителей и минимальном воздействии на окружающую среду. Конструктивные особенности горизонтальной конвейерной печи при организации тепловой обработки единичных изделий или их расположения в виде продуваемого слоя и их технологические параметры должны находиться в полном соответствии со свойствами исходных материалов. Поэтому первоначальным этапом при проектировании тепловых агрегатов такого типа должно быть установление производственной программы по выпуску готовых изделий и оценка их свойств. Исходя из требований к свойствам готовых изделий, устанавливаются технологические параметры их тепловой обработки (температура и длительность тепловой обработки, состав газов и др.).

Выбирая общие габаритные размеры тепловых камер, необходимо основываться на их параметрах, которые устанавливаются на основе опыта эксплуатации аналогичных агрегатов или расчета. Исходя из закономерностей струйного движения теплоносителя в рабочем пространстве агрегата, высоту рабочего пространства следует ограничивать 2,0...2,5 м, длину – 5,0...6,0 м. Ширина камеры определяется исходя из требуемой производительности технологической линии с учетом возможностей горизонтального конвейерного транспортера.

Температурный режим тепловой обработки исходных изделий целесообразно организовывать по циркуляционной схеме с подачей теплоносителя в первой камере снизу вверх и последующим реверсом потока газов по камерам. Для предотвращения перетока теплоносителя между камерами и утечек его из рабочего пространства наиболее эффективным решением является установка продольных и поперечных уплотнений. Требуемые температуры исходного теплоносителя обеспечиваются факельным сжиганием внешнего топлива в отдельных топках с последующим разбавлением продуктов сгорания рециркулятом. Иногда в целях экономии топлива в качестве потока исходного теплоносителя используют отходящие газы других технологических агрегатов.

Наиболее простой конструкцией горизонтальной конвейерной печи является однокамерный агрегат, состоящий из одной камеры тепловой обработки. Реализация в нем требуемого теплового режима нагрева изделий может быть осуществлено при проточном движении теплоносителя (рисунок), в соответствии с которым горячие газы, формируемые в отдельной топке, или поступающие из другого агрегата, проходят через рабочее пространство печи, совершая тепловую работу по сушке и обжигу исходных изделий, и удаляются в атмосферу с относительно высоким температурным потенциалом. С целью более глубокого использования тепла газов режим их движения организуется по рециркуляционной схеме (см. рисунок), согласно которой продукты горения или горячий теплоноситель разбавляются частью отходящих из рабочего пространства тепловой камеры отработанными газами. При отсутствии верхнего

колосникового поля исходные газы подаются непосредственно в верхнюю надслоевую часть агрегата. Рециркулят отсасывается из подслоевого пространства и направляется в отдельную топку для разбавления продуктов сгорания. Избыток газов в камере удаляется при помощи отдельного вентилятора на систему газоочистки. Рабочее пространство тепловой камеры соединяется с атмосферой через открытые входной и выходной патрубки движения ковра.



Рациональная схема газопотоков в камере тепловой обработки
 1 – тепловая камера; 2 – отдельные тамбуры; 3 – топка;
 4 – циркуляционный вентилятор; 5 – горелка; 6 – патрубок подвода
 теплоносителя; 7 – патрубок отвода циркулянта; 8 – сброс избыточного газа;
 9 – сбросной вентилятор

При циркуляционной схеме движения газов общий тепловой поток из топки формируется из теплового потока, возвращаемого из рабочего пространства dQ_B и теплоты продуктов сгорания внешнего топлива dE . С учетом КПД установки можно записать

$$dE + dQ_B = \text{КПД}(dE + dQ_B) + dQ_{\text{ном}},$$

где $dQ_{\text{ном}}$ – количество теплоты, теряемой из рабочего пространства.

При кратности циркуляции газов « κ » с учетом

$$dQ_B = (\kappa + 1)dQ_{\text{ном}}$$

можно установить, что

$$dQ_{nom} = \frac{dE(1 - КПД)}{1 - (\kappa - 1)(1 - КПД)}.$$

Чем выше кратность циркуляции газов в рассматриваемой системе газоходов, тем меньше тепловые потери и выше КПД установки.

Предварительными исследованиями было показано, что наиболее эффективной схемой движения газов в горизонтальной конвейерной печи является циркуляция теплоносителя в системе «тепловая камера – отдельная топка». При этом в подающей части тепловой камеры создается давление, величина которого будет определяться состоянием отводящей части агрегата. Наиболее рациональным следует считать расположение подводящего патрубка в удаленной от входа части рабочего пространства для реализации режима противотока. С целью уменьшения величины подсосов холодного воздуха из атмосферы, удаление отработанных газов следует осуществлять рассредоточено. Основной поток рециркулята отбирается из тепловой камеры через патрубок, располагаемый на противоположной стороне конвейерной ленты ближе к входу нагреваемых изделий. Геометрические размеры газопроводов выбираются исходя из максимально возможных значений скоростей движения газов по ним 10...15 м/с.

Отбор избыточного количества газов из рабочего пространства необходимо организовывать через отдельные входные и выходные тамбуры, устанавливаемые в начале и конце печи полимеризации, с целью снижения подсосов холодного воздуха из атмосферы. В промежуточных камерах многокамерных печей сброс газов осуществляется по отдельному патрубку через регулировочный шибер.

Работа тепловых камер требует бортовых уплотнения конвейерной ленты между подающими и отводящими их частями. Отсутствие, или неудовлетворительное состояние этих устройств, приводит к вредным дополнительным подсосам холодного воздуха в рабочее пространство тепловых камер либо к утечкам газов из них.

Основные конструктивные параметры конвейерной печи должны определяться на основании их теплового расчета. Методически его следует производить, рассматривая каждую тепловую камеру как отдельный тепловой агрегат, состоящий из ее рабочего пространства и топки. При этом по расчету теплового баланса тепловой камеры первоначально определяется температура сбрасываемых газов, а по данным теплового баланса отдельной топки устанавливают общий расход топлива на отопление тепловой камеры.

Используя разработанную методику, устанавливаются основные конструктивные и технологические параметры всего теплового агрегата.

Список использованных источников

1. Теплофизика металлургических процессов / В. Г. Лисиенко, В. И. Лобанов, Б. И. Китаев. М. : Металлургия, 1982. 240 с.
2. Промышленные печи: справочное руководство для расчетов и проектирования / Е. И. Казанцев. 2-е изд., доп. и перераб. М. : Металлургия, 1975. 368 с.

УДК 669.162.263

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВНЕДРЕНИИ НОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧАХ

RESOURCE SAVING AT THE INTRODUCTION OF NEW BUILDING TECHNOLOGIES IN HEATING FURNACES

Иванова М. В., Казяев М. Д.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
marina021294@yandex.ru

Ivanova M. V., Kazyaev M. D.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Рассмотрена новая конструкция печи с шагающим подом, отапливаемая природным газом, сжигаемым в скоростных горелках. В целях экономии топлива подогрев воздуха осуществляется за счет теплоты уходящих из печи газов в специальном рекуператоре. Представлен расчет экономии топлива в указанной печи.

Abstract: A new furnace design with walking hearth furnace, heated by natural gas, is burned in a high-speed burners are considered. In order to save fuel heated air is carried out by the heat of the flue gases from the furnace in a special heat exchanger. The calculations of the fuel economy in said furnace.

Ключевые слова: печь с шагающим подом; скоростная горелка; природный газ; рекуператор; ресурсосбережение.

Key words: walking beam furnace; speed burner; natural gas; recuperator; resource saving.

На многих металлургических и машиностроительных заводах в Российской Федерации большинство печей для нагрева металла под пластическую деформацию и для целей термообработки выполнены по старым строительным нормам, предусматривающим кирпичную футеровку и горелки